

REFERENCIA

FERTILIZACION EN LA ASOCIACION DE CULTIVOS, LEGUMINOSA - GRAMINEA EN EL
MUNICIPIO DE SANTA MARTA

Por :

EMELDO FONTANILLA MORAN

CAMILO MERCADO ALTAMAR

HERNAN SERPA ARAMENDIZ

" Tesis de grado presentada como requisito parcial para
optar al título de :

I N G E N I E R O A G R O N O M O

PRESIDENTE DE TESIS :

ELIECER CANCHANO N. I.A.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL MAGDALENA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

SANTA MARTA

1979

~~Tes. 288 Agro.~~

~~E6814.~~

IA 00154

" Los Jurados examinadores del trabajo de Tesis no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por los aspirantes al título".



DEDICO:

A la memoria de mi Madre, con todo cariño, por su fé constante, su paciente afecto, el ímpetu impulsivo de ella fue el indicador que me sirvió como estímulo para alcanzar la meta deseada.

A la memoria de mi Padre.

A mi cuñado Augusto C Durán Silva y Sra.

A mis hermanos.

A mi esposa

A mis familiares.

A mis amistades.

EMELDO

DEDICO:

A mis padres Camilo Mercado R y Ana Altamar de Mercado,
quienes con su espíritu inagotable, su ilimitado valor,
dedicación y amor me supieron guiar por el buen camino
hasta ver convertido en realidad sus deseos de hacerme pro-
fesional.

A mi Abuela Clementina Vda. de Altamar.

A mis hermanos.

Al señor Francisco Barros y Sra.

A mi tía Evangelina Gutierrez.

A la memoria de mi primo Adolfo Altamar Zarate.

A mis cuñados

A todos mis familiares y amistades.

CAMILO

DEDICO:

A mis padres

A mis hermanos.

A mi tía Manuela.

A mi sobrina Shirley

A mis amistades

HERNAN

AGRADECIMIENTOS

LOS AUTORES EXPRESAN SUS MAS SINCEROS AGRADECIMIENTOS A LAS SIGUIENTES PERSONAS :

AL Dr. ELIECER CANCHANO N. I.A. POR LA ACERTADA ORIENTACION
EN EL DESARROLLO DE ESTE ESTUDIO.

AL Dr. LEONARDO DELGADO I.A. M.S.

AL Dr. JOSE M. ESPAÑA CARO I.A. M.S.

AL Dr. JAIRO REVOLLO I.A.

AL Dr. CARLOS CAMARGO DE LEON I.A.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYE-
RON EN LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO.

LOS AUTORES

CONTENIDO

CAP.	PAG.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Compatibilidad de especies y rendimiento.	5
2.2. Clases de asociaciones utilizados en Maíz-Frijol.	7
2.3. Competencia de malezas en la asociación.	8
2.4. Competencia por nutrimentos en la asociación maíz leguminosa.	8
2.5. Competencia por luz.	10
2.6. Competencia por agua.	10
2.7. Fecha relativa de siembra de maíz y frijol.	12
2.8. Ventajas y desventajas de los cultivos asociados.	12
2.9. Nitrificación.	13
2.10. Las leguminosas como fuente de Nitrógeno.	19
2.10.1. El género bacteriano Rhizobium.	19
2.10.2. Los factores que afectan la formación de nódulos y la fijación del Nitrógeno.	21
3. MATERIALES Y METODOS.	25
3.1. Descripción general del área localización.	25
3.2. Materiales.	26
3.3. Diseño experimental y tamaño de las parcelas.	26
3.4. Areas.	26

CAP.	PAG.
3 5. Labores realizadas	27
3.6. Fertilización	29
3.7. Características del maíz H-154	30
3.8. Características del frijol arbustivo guapi (<u>Phaseolus</u> sp.)	30
4. RESULTADOS Y DISCUSION	31
4.1. Rendimiento por sub-subparcela de acuerdo a la densi- dad y al tratamiento.	31
5. CONCLUSIONES	40
6. RESUMEN	42
SUMMARY	44
7. BIBLIOGRAFIA	46
APENDICE	50

INDICE DE TABLAS

	PAG.
TABLA 1. Densidad de siembra según la relación de asociación.	28
TABLA 2. Producción de Maíz en Kg/sub subparcela.	32
TABLA 3. Análisis de varianza.	33
TABLA 4. Producción de Fríjol en Kg. por sub parcelas.	35
TABLA 5. Producción de Maíz en Kg. por hectárea.	36
TABLA 6. Producción de Fríjol en Kg. por hectárea.	37

INDICE DE APENDICE

	PAG.
APENDICE 1. Análisis físico químico del suelo donde se realizó el ensayo.	50
APENDICE 2. Condiciones climáticas durante el período del cultivo.	51
APENDICE 3. Cuadro de costos por hectárea para maíz por tratamiento.	52
APENDICE 4. Cuadro de rendimiento en pesos/Ha. para el frijol.	53



INTRODUCCION

Colombia es un país cuya población crece vertiginosamente a través de los años. Esto puede demostrarse si se tiene en cuenta que la población obtenida en el censo de 1950 fue de 11.5 millones de habitantes y en 1973 el país acusó una población aproximada de 25 millones. Es decir, que en 20 años se duplicó la población y se espera que para el año de 1980 existan 40 millones de habitantes más, constituyéndose en el tercer país de América Latina en aumento de la población, después de Brasil y México (Sanz de S.,) (35).

Esta explosión demográfica actual es el reto más grande que afrontan los científicos de la agricultura para alimentar la población presente y futura. Las dos terceras partes de la población mundial no cuenta con alimentos suficientes. Colombia no es una excepción y se encuentra ante el desafío de suministrar estos alimentos.

Según estudios realizados por Fergusson (12), existen tres maneras básicas por las cuales podría incrementarse la producción: por expansión de áreas sembradas en cultivos alimenticios; incrementando la producción de cada cultivo por unidad de superficie; e incrementando el número de cultivo sembrados en una misma área cada año.

Dada la situación económica y la tenencia de la tierra imperante en nuestro medio, hace que esta última alternativa sea la de mayor posibilidad con la intervención directa de todos los estamentos del Gobierno.

Como se puede apreciar un alto porcentaje de la producción agrícola mundial proviene de pequeños predios, en los cuales se desarrolla una agricultura tradicional de bajos rendimientos, comunmente denominados de subsistencia.

Para aumentar la eficacia de producción de sus parcelas, balancear la dieta alimenticia y disminuir convenientemente los riesgos de pérdida, el agricultor de escasos recursos ha concebido en forma empírica sistemas de cultivo que le permita, dadas sus condiciones, garantizar y distribuir un mínimo ingreso para su familia; así como utilizar permanentemente la mano de obra a través del año.

X Debido a la gran variabilidad de climas y suelos, existe una gran diversidad de asociaciones de cultivos: sin embargo, la de maíz y frijol de enredadera o voluble es una de las principales, por ser los dos cultivos básicos en la alimentación humana y animal de muchos países.

A pesar de lo anterior, los estudios experimentales a este respecto son escasos y no existen datos suficientes y consistentes acerca de esos sistemas de explotación.

Se pretendió con el presente estudio obtener una recomendación preliminar referente a la distancia, relación y fertilización de la asociación maíz-frijol, considerados como limitantes prioritarios en el área de influencia para esta zona, además de demostrar la mayor rentabilidad respecto a los mismos cultivos sembrados por separado según datos obtenidos en otros en-

sayos.

En el presente estudio de investigación se tomaron como objetivos los siguientes:

1. Estudiar la asociación de cultivos, leguminosa-gramínea bajo diferentes dosis de fertilizantes.
2. Estudiar que combinación es la correcta o más aconsejable para obtener una producción rentable con los dos cultivos.
3. Estudiar las posibilidades de obtener mayores producciones (mixtas) utilizando el mismo hectareaje.

Las observaciones en esta área se llevaron a cabo en la Granja Experimental del Departamento del Magdalena durante tres meses del segundo semestre del año de 1978.

2. REVISION DE LITERATURA

En América Latina los sistemas de cultivos asociados son muy comunes. En México, según Moreno (28), el 40% de la producción Nacional de frijol, proviene de cultivos asociados. En Colombia, según Tobón (36), en toda la zona andina (que es el 25% del territorio nacional y que representa el 50% del área de explotación agrícola) es éste el principal sistema usado.

Ante todo, conviene distinguir por lo menos tres variantes cuando se habla de cultivos en asociación, como lo son:

Cultivos Asociados. Cuando se siembran dos o más especies en el mismo día y practicamente en el mismo sitio y conviven durante todo su período vegetativo o gran parte de él. (34).

Cultivos de Relvo. Cuando coinciden sólo en parte de su período vegetativo, un cultivo se siembra primero y después de un tiempo, cerca de su madurez fisiológica, se siembra el otro cultivo (34).

Cultivo Intercalado. Cuando los cultivos se siembran en el mismo terreno pero en surcos separados (34).

Los cultivos en asociación casi siempre han sido sistemas propios de pequeños agricultores de muchos países, localizados en zonas de agricultura sin riego; por lo general, la explotación es familiar, con muy poco uso de fertilizantes y de otros insumos agrícolas y con variedades criollas; las pro-

ducciones y los ingresos son bajos; la asociación maíz-fríjol es la más común (34).

2.1. Compatibilidad de Especies y Rendimientos. Cuando se trata de cultivos en asociación, la compatibilidad de las especies es tal vez el aspecto más importante que se debe considerar.

La compatibilidad entre especies en asociación es considerada especialmente en el sentido de que una planta no afecta los rendimientos de la otra, o recibe beneficios de asociación mutua, como soporte, uso y aporte de nutrientes, aprovechamiento de efecto residual de fertilizantes, uso de agua a diferentes estratos, aún cuando exista cierta incompatibilidad fisiológica, económicamente la asociación puede ser beneficiosa (36).

Figueroa (14), encontró una correlación negativa entre los rendimientos de maíz y frijol voluble, asociados. Señala que la disminución del rendimiento de maíz, no se debe tanto a la competencia que ejerce la buena carga de frijol sino a su altura, actuando el frijol como un freno al crecimiento y desarrollo normal del maíz. El factor más limitante de la asociación fue el vuelco del maíz Dúscol H.205, ocasionado por el frijol. El mejor método de siembra probado, fue usado por los agricultores, sembrando maíz y frijol en el mismo sitio.

Por lo tanto, se debe escoger no sólo las especies sino las variedades compatibles o hacer cambios en épocas de cultivo, densidades de siembra, y

prácticas culturales para disminuir los problemas que puedan ocurrir por falta de compatibilidad (14).

Las asociaciones más estudiadas han sido generalmente las de gramíneas y leguminosas debido a que la leguminosa aporta Nitrógeno a la gramínea. Varios investigadores (21,23,25,28) han señalado que los rendimientos en forrajes de estos cultivos asociados, son superiores a los obtenidos en ambos cultivos por separado.

La mayoría de los resultados experimentales de pastos y leguminosas, no han podido ser adoptados satisfactoriamente a niveles comerciales (36).

Según Moreno (28), han habido casos como el del frijol de guía; cuyo rendimiento en grano fue superior al obtenido en el sistema de monocultivo; en este caso sin embargo, los rendimientos del maíz no superaron a los del monocultivo.

Los rendimientos en grano de las asociaciones no leguminosas, son generalmente inferiores a los obtenidos en el sistema de monocultivo, aunque las ganancias netas puedan ser superiores en asociados debido al precio diferente de los productos agrícolas (13).

Peregrina (30), aunque sin trabajar específicamente en cultivos asociados sobre compatibilidad, concluye en uno de sus trabajos que el éxito de la asociación de maíz con leguminosas depende de que se adapte a las condiciones de siembra del maíz, que no perjudique sus propios rendimientos.

Según trabajos realizados por el I.C.A. (33), en el Oriente Antioqueño con el sistema de cultivo predominante en la zona (papa, maíz y fríjol cargamanto en relevo), permitieron rendimientos mayores que los obtenidos por los agricultores y demostraron un alto potencial para el fríjol cargamanto.

En esos trabajos, la selección de semillas, la época de siembra, la densidad de población y el uso de un maíz de caña resistente, de período vegetativo largo y compatible con el fríjol de enredadera, fueron los factores que permitieron los magníficos aumentos en rendimiento. Los fertilizantes en cambio, no produjeron efectos suficientes para justificar la inversión (33).

Esos buenos resultados obtenidos en estas investigaciones con el fríjol cargamanto demuestran el potencial y la habilidad productiva que tienen estos materiales criollos para el sistema de cultivos asociados; la ventaja es mayor si se tiene en cuenta que el precio del fríjol cargamanto es el doble y a veces hasta el triple de cualquier fríjol mejorado de los recomendados por la región (33).

La importancia de estudios de compatibilidad de especies, radica en que en el futuro se pueden ofrecer alternativas de asociar otros cultivos diferentes a los usados en una región, para fines de diversificación de la producción (33).

2.2. Clases de Asociaciones Utilizadas en Maíz-Fríjol. Las asociaciones

de maíz-fríjol, según Boldy, citado por Moreno (28), se han estudiado bajo dos aspectos.

- 1.- Asociación de maíz y fríjol de guía (o enredadera)
- 2.- Asociación de maíz y de fríjol de mota (o arbustivo)
 - a.- En el mismo surco
 - b.- En surcos diferentes.

2.3. Competencia de Malezas en la Asociación. En lo que se refiere a la competencia en maíz-fríjol hay escasa información. Los estudios realizados por Lepiz (24), indican que el maíz sembrado bajo algunas asociaciones resultó igual al sembrado sólo; el rendimiento de fríjol o maíz estuvo en función directa al número de plantas por hectáreas; y que dentro de una misma densidad de plantas de fríjol por hectárea, el maíz redujo los rendimientos del fríjol en función directa al número de plantas de maíz por hectárea.

2.4. Competencia por Nutrimentos en la Asociación Maíz-Leguminosa. Uno de los puntos importantes relacionados con la compatibilidad de las especies en asociación es la competencia por nutrimentos que puede haber entre ellas, la cual depende de las mismas especies (34).

Los requerimientos óptimos de la fertilización nitrogenada tiene efectos adversos sobre la producción de granos en las leguminosas en asociación con maíz (33).

Aunque las respuestas a la fertilización nitrogenada en maíz-leguminosas depende del tipo de leguminosa asociada como lo indican los estudios realizados por Akinola y Fayeni (1), con nueve leguminosas tropicales. Tales investigadores encontraron que Phaseolus limotus y Mucuna utiles disminuyeron los rendimientos del maíz, mientras que Colopogonium muconoides no afectó seriamente los rendimientos. La razón de ésto fue que Colopogonium muconoides contribuyó más a la fijación del Nitrógeno que las otras dos leguminosas. Cuando se realizaron aplicaciones del 65 Kg/Ha. de Nitrógeno en la asociación maíz-leguminosa, no hubo respuesta significativa en los rendimientos, confirmando la contribución de las leguminosas en la fijación en cierto grado del Nitrógeno.

Las observaciones realizadas por Dalal (9), sobre la absorción de nutrientes en maíz-guandul, mostraron que el maíz sólo produjo más cantidad de materia seca y absorbió más cantidad de N., K., Ca., Mg. y P. que cuando estuvo asociado con guandul en surcos alternos.

Algunos investigadores (21,23,25,29,30) han señalado y orientado sus trabajos hacia el aporte de Nitrógeno por la leguminosa o la gramínea. Los resultados del aporte y del aumento del rendimiento fueron variables, naturalmente por la diferencia de los lugares y los espacios usados. En general, el aporte de Nitrógeno fue positivo, aunque en algunos casos como una asociación de leguminosas con trigo, cuando se desea incorporar la leguminosa, no es ventajoso ni económico.

Referente a Fósforo, se ha encontrado respuesta a aplicaciones de Fósforo,

encuentran en forma separadas o en asociación como los cultivos más comunes en fincas pequeñas de Centroamérica (2).

El anegamiento reduce la productividad de ambas especies según su tolerancia respectiva a la inundación y su etapa de desarrollo. (15, 18).

Al usar el sistema de cultivo asociado se deberá escoger especies con una mínima competencia por agua, ya que este sistema se lleva a cabo por lo general en tierras sin riego. El problema de competencia es menor al aumentar el contenido de humedad del suelo (34).

Según Chang y otros, citados por Moreno (28), los cultivos requieren mayor cantidad de agua en la época de floración; cuando ella falta, bajan los rendimientos. Por lo tanto, el problema de competencia por agua en cultivos asociados, es mayor en esta época, cuando el consumo de agua es entre 30 y 40% mayor que el de los correspondientes cultivos separados. Para disminuir los problemas ocasionados por la falta de agua en cultivos asociados, se pueden usar especies de diferentes sistemas radiculares o con diferentes exigencias de agua, o bien variando las épocas de siembra de los cultivos de tal manera que sus épocas de floración no coinciden.

En algunos municipios del Oriente Antioqueño se acostumbra la asociación de papa con frijol, con arveja, con maíz, para todos estos cultivos, después de la siembra se cubre el suelo con helecho, para conservarle la humedad y evitar las malezas (34).

2.7. Fecha Relativa de Siembra de Maíz y Fríjol. Los resultados de un experimento efectuado en el CIAT (33), indican que para la asociación de maíz H-207 y fríjol arbustivo I.C.A. Pijao es conveniente sembrar en primer lugar el fríjol y 10 días después, el maíz.

2.8. Ventajas y Desventajas de los Cultivos Asociados. Los cultivos en asociación tienen también ventajas para el productor. Sin embargo, tanto las ventajas como las desventajas pueden cambiar si se solucionan algunos problemas agronómicos del sistema o si cambian las condiciones sociales y económicas en las zonas en donde tales sistemas se practican (34).

Hasta el momento se puede decir que los cultivos en asociación tienen las siguientes ventajas:

1. Mejor aprovechamiento de la tierra y el agua.
2. Mayor economía de fertilizantes.
3. Mayor conservación del suelo contra la erosión.
4. Mayor control biológico de plagas y enfermedades.
5. Mejor uso de la mano de obra familiar.
6. Mayor ingreso por unidad de superficie.
7. Si la asociación se plantea bien, el agricultor corre menos riesgos con el mal tiempo o con la demanda estacional por alguno de los productos.

Las desventajas mas importantes de los cultivos en asociación, son:

1. Requieren condiciones ambientales especiales.
2. El sistema está restringido a la explotación familiar o a zonas con muy buena disponibilidad de mano de obra.
3. Requieren especies y variedades compatibles.
4. Puede haber problemas de mercadeo de los productos.
5. Dificultad para la mecanización (34).

2.9. Nitrificación. Según Berger (3) citado por Fernández Viana, el Nitrógeno es indispensable para el desarrollo de las plantas. Desempeña un papel principal en el desarrollo y funciones del protoplasma, por ser un constituyente esencial de todas las proteínas. Generalmente el Nitrógeno es absorbido por la planta en forma de amonio o de iones de nitrato.

El maíz requiere mucho el Nitrógeno, la falta de cualquier otro elemento no causa tan drástica disminución en el rendimiento como sucede con la omisión de Nitrógeno (13).

La producción de maíz frecuentemente se ve limitada por la deficiencia de Nitrógeno que por la de cualquier otro nutriente. El Nitrógeno es uno de los fertilizantes más importantes en la nutrición del maíz (13).

Canchano, E. (5), dice en un trabajo realizado sobre colocación de fertilizantes, que la época de aplicación era más importante que ciertos métodos

de aplicación, especialmente cuando se trabaja o fertiliza con Nitrógeno el cultivo de maíz. .

Los niveles de Nitrógeno de acuerdo con Colyer y Kroth (7), deben estar relacionados en forma directamente proporcional con el número de planta por hectárea, o sea, a niveles altos de Nitrógeno, la población puede ser mayor en número de plantas por hectárea.

La capacidad de los suelos para suministrar nutriente varía con el correr de los años, dependiendo del tipo de suelo y uso. Hay suelos que habiendo sido productivos pueden con el tiempo llegar a necesitar nutrientes adicionales. Por el contrario, abundante fertilización durante años seguidos, puede reforzar el abastecimiento de fósforo y potasio hasta el punto de que la aplicación anual puede reducirse sin causar disminución en el rendimiento (4).

Según Cooke (8), la Urea es el fertilizante nitrogenado en forma sólida más concentrado de todos, lo cual quiere decir que posee una decidida ventaja sobre los materiales de grado más bajo en cuanto a costo de embarque, manejo y almacenamiento. La Urea contiene su Nitrógeno en forma de amida soluble en agua y cuando se le incorpora en el suelo su Nitrógeno se hidroliza en amoníaco.

De acuerdo a Ramírez (32), hay que tener mucho cuidado con la aplicación descomedida de fertilizante, sobre todo si es Urea. La Urea, debido a su alto contenido de Nitrógeno (46%), de fácil consecución y rápida asimila-

ción, es la fuente de Nitrógeno más empleada sin tener en cuenta los cambios químicos y físicos que puedan sufrir los suelos.

La Urea al incorporarla en el suelo, se transforma en Carbonato de Amonio ($\text{CO}_3(\text{NH})_2$, al hidrolizarse. El Amonio es transformado a nitrito por la Nitrosoma y los nitritos a nitratos por la Nitrobacter. (40).

El ión nitrato está sujeto a las remosiones por lavado, ya que solo es absorbido muy ligeramente o casi nada por algunos suelos. Lo anterior hace que para época de aplicación de Nitrógeno debe tenerse un plan para fertilización en maíz.

Según Roca, citado por Gómez (17), el período crítico, es decir, cuando la planta de maíz necesita más Nitrógeno es desde 15 días antes de la floración hasta 29 días después.

De acuerdo a Gómez (17), la mayoría de los cultivos de clima cálido sufren en mayor o menor grado una deficiencia de Nitrógeno, excluyéndose de esas generalidades, las leguminosas y plantas que se asocian con organismos fijadores de Nitrógeno.

Las aplicaciones de Nitrógeno en el momento de la siembra producen más altos rendimientos que en épocas tardías; las aplicaciones tardías, se cree que producen menos que las aplicaciones hechas en el momento de la siembra (8).

De los experimentos realizados hasta ahora (3), parece que el comportamiento de la planta de maíz, se afecta substancialmente con la forma del fertilizante nitrogenado que se aplica al suelo. En aquellos suelos que poseen intensa actividad bacteriana y nitrificación normal, la planta del maíz siempre tiene suficiente cantidad de nitrato para su normal desarrollo.

En numerosos experimentos de fertilización efectuados cuidadosamente se ha observado que tanto el tamaño promedio de la mazorca y el número de ellas por planta, se aumenta cuando se aplica Nitrógeno en cualquier cultivo de maíz que se trate (3).

Trabajos realizados en el Valle del Cauca (5), con el cultivo de maíz, han demostrado que para obtener la mejor respuesta a los fertilizantes, es necesario que simultáneamente se introduzcan las mejores técnicas de cultivo, tales como labores culturales especiales y el uso de semilla mejorada.

En Colombia, según investigaciones realizadas por el I.C.A. (6), se ha observado que el maíz, ha respondido espectacularmente a la aplicación de Nitrógeno, especialmente en la Costa Atlántica, Tolima y Huila. Ante todo es conveniente hacer un previo análisis de suelo a fin de establecer las formulaciones precisas sobre los fertilizantes que se deben aplicar en cada región; se ha recomendado dosis de Nitrógeno que varía entre 100 - 150 Kg/Ha.

Según Gómez (17), el maíz al tiempo de la siembra recibe la aplicación de

Nitrógeno dividido; la mitad al tiempo de la siembra y la otra mitad cuando el maíz tiene 60 cm. de altura. En la segunda fase del experimento en lo que se aumentaron las dosis de Nitrógeno a 80 Kg/Ha. los resultados obtenidos en los dos semestres indicaron que hay aumento cuando se varían las aplicaciones de Nitrógeno de 80 - 120 Kg/Ha. Sin embargo, estos aumentos son muy pequeños. En la hoja del maíz ni el contenido de Potasio, ni el del Fósforo, variaron por los tratamientos, sólo varió el Nitrógeno.

La cantidad de Nitrógeno presente en un suelo particular depende de varios factores, como el clima, el tipo de vegetación, la topografía, el material parental y la actividad humana (39).

Según Gómez, (17), el contenido de Nitrógeno en los suelos disminuye con la profundidad. Es de observar que los suelos del sur del Valle del Cauca, tiene un contenido de Nitrógeno mayor que los del Norte y centro hasta los 70 cm..

Tiedjeus y Robbins, citados por Davelouis (10), establecieron que el Nitrógeno bajo la forma de Amonio, se absorbe más rápidamente a un pH de 7 a 8, mientras que el Nitrógeno Nítrico lo es entre un pH de 4 a 5.

También la edad de las plantas, según Gruneberg (19), parece tener influencia en la elección de la forma nitrogenada. Las plantas jóvenes de maíz prefieren las sales de Amonio, mientras que las adultas la forma nítrica.

En las plantas de maíz la absorción de nitratos está condicionada por la

presencia de fosfatos; tal vez el segundo está comprometido con procesos de síntesis en los cuales es utilizado el Nitrógeno (40).

La relación de materia orgánica-Nitrógeno, es muy importante en los suelos del Valle del Cauca, ya que la principal fuente de Nitrógeno y en la mayoría de los casos, la única para cultivo como el maíz, es la materia orgánica (26).

Antes del advenimiento de los maíces híbridos y de la intensificación del uso de fertilizantes; los agricultores acostumbraban colocar 3 granos en el fondo del surco a los intervalos de cada uno de dos pasos del sembrador, según su estatura o edad. La siembra mecánica se hacía en igual proporción para dar 25.000 ó 27.000 plantas de maíz por hectárea. Hoy en día se recomienda sembrar 40.000 a 50.000 granos por hectárea y hay quienes siembran de 45.000 a 55.000 plantas y hasta más (40).

Los factores que se tienen en cuenta al utilizar fertilizantes son:

1. Sistema Radicular.
2. Epoca de Aplicación del fertilizante.
3. Método de Aplicación del fertilizante.

Los más comunes son:

3.1. Al voleo.

3.2. Aplicación en Bandas.

3.3. Aplicación en surco.

3.4. Aplicación al lado de la planta (11).

2.10. Las Leguminosas Como Fuente de Nitrógeno. Según White (39), los dos grupos de plantas que mayor importancia tienen en la agricultura mundial pertenecen a las familias vegetales de las Gramíneas (hierbas y cereales) y las Leguminosas (guisantes, judías y leguminosas que se aprovechan como grano, forraje y abonos verdes).

Las leguminosas son sensibles a los cambios climáticos debido a que la fijación activa del Nitrógeno depende del coeficiente de asimilación del Carbono, el cual a su vez, está regido por la temperatura y la duración e intensidad de la luz (39).

2.10.1. El género bacteriano Rhizobium. Las bacterias son pequeñas células en forma de bastoncitos que al principio se mueven por medio de flajelos periféricos, pero que más tarde pierden la movilidad, se hipertrofian y se convierten en células asociadas e irregulares denominadas "bacteroides", que son frecuentes sobre todo en los nódulos y en los cultivos puros (38).

Desde el punto de vista bioquímico los Rhizobium pueden aprovechar una serie de azúcares monosacáridos y disacáridos, pero son escasamente proteolíticos. Cuando carecen de planta hospedante adecuada, no se verifica la fijación de Nitrógeno. Los Nitratos se reducen lentamente a nitritos, que son asimilables para las células como fuentes de Nitrógeno. Por lo regular, el

contenido básico de Nitrógeno de las células rizobiales es bajo, de un 4 o un 5%, que es más o menos la mitad de la mayoría de las bacterias (39).

Aunque la asociación simbiótica entre la planta y las bacterias de los nódulos producen la fijación del Nitrógeno gaseoso, la cantidad efectiva de lo fijado en un determinado nódulo varía mucho. En circunstancias óptimas, la fijación de Nitrógeno puede ser rápida y continua durante todo el período de desarrollo; en circunstancias desfavorables, el período de fijación puede ser transitorio y escasa la cantidad de Nitrógeno que se fije. En el primer caso, se dice que la asociación entre la planta y el organismo es "eficiente" y en el segundo, se denomina "ineficiente". (39)

La nodulación generalmente se verifica más o menos en el momento de brotar la primera hoja verdadera. Los Rhizobium penetran en la planta por los pelos absorbentes de la raíz. Se puede infectar un gran número de pelos radicales, pero sólo una pequeña proporción de éstos se forman nódulos. En la inmediata proximidad de esos pelos absorbentes, proliferan los Rhizobium, sin duda a consecuencia de los productos que excrementan las raíces de las plantas. Dicho estímulo no es específico y puede responder a él otras bacterias distintas de los Rhizobium que se encuentran en rizosfera. La proliferación de los Rhizobium riza los pelos de las raíces debido a unas secreciones hormonales de tipo de la auxina; en el punto en donde los pelos se rizan, las bacterias penetran en las células y se alinean dentro de un cordón o hilo que crece en dirección a la célula basal. En la mayoría de las plantas este hilo de infección atravieza las células exteriores de la corteza de la raíz; en las hojas la penetración afecta únicamente

las cinco o seis primeras capas celulares del espeso parénquima cortical de la raíz asenomorfa, pero puede alcanzar el periclo en las raíces laterales. Los Rhizobium se liberan del hilo de infección en los tejidos corticales y penetran en la célula, donde proliferan. Al mismo tiempo, estas células y las vecinas se dividen bajo el estímulo de las bacterias. (39).

2.10.2. Los factores que afectan la formación de nódulos y la fijación del Nitrógeno.

Se ha aludido ya la importancia que tiene la relación Carbono/Nitrógeno (o hidratos de Carbono/Nitrógeno) en la savia. Según las últimas teorías sobre la fijación de Nitrógeno, este gas se reduce a amoníaco, el cual, a su vez, se combina con ácidos alfa-cetoadicarbónicos, como el ácido glutámico. La transaminación y la descarboxilación conducen a la formación de otros aminoácidos, y a las diversas combinaciones de estas aminas producen la proteosíntesis. El ritmo de la síntesis proteínica está asociado íntimamente con la rapidez de crecimiento de la planta, y cualquier desequilibrio en la provisión de hidratos de carbono o de Nitrógeno creará una demanda del otro componente (39).

Cuando la fotosíntesis es lenta y regular, los nódulos tienen asegurado el suministro de hidratos de carbono, y si además hay una asociación simbiótica eficiente, el Nitrógeno se fija a un ritmo que mantiene el equilibrio Carbono/Nitrógeno. Si la fotosíntesis se acelera, aumenta el suministro de hidratos de carbono, y en consecuencia, también la demanda de Nitrógeno; si los hidratos de carbono descienden a un nivel, o si hay fuentes externas de Nitrógeno libremente asimilables, la relación hidratos de Carbono/

Nitrógeno se estrecha y el coeficiente de fijación puede cesar por completo e incluso, todos los factores que aumenten el ritmo de la fotosíntesis, y por ello los hidratos de carbono, pueden incrementar la fijación de Nitrógeno. Un aumento de la intensidad lumínica, un acrecentamiento de la presión parcial del anhídrido carbónico atmosférico, o incluso un suministro interno de hidratos de carbono, tenderán a aumentar el coeficiente de fijación; pero también puede suceder que el nivel de los hidratos de carbono se eleven tanto que afecte adversamente la asimilación del Nitrógeno libre, interrumpiendo así la fijación. En la práctica, el ritmo de fijación del Nitrógeno suele ceder por causa de alguna fuente externa de Nitrógeno fácilmente asimilable. Si se abonan las leguminosas con Nitrógeno combinado, la absorción de Nitrógeno por la planta puede mantener una relación Carbono/Nitrógeno tan estrecha que la fijación se reduzca. Si esto se prolonga durante mucho tiempo, se inicia la degeneración del nódulo. Por tanto, se considera que en tales circunstancias la presencia del nódulo en el hospedante es más perjudicial que útil, y que los Rhizobium entran en una fase parasitaria (29).

La relación Carbono/Nitrógeno afecta también la formación de nódulos por la planta. Un alto nivel de Nitrógeno combinado en el suelo impedirá que se deformen los pelos absorbentes de la raíz. Cuando el suelo contiene poco o ningún Nitrógeno asimilable, y las plantas dependen por completo de la fijación simbiótica después de la germinación y antes de que se haya establecido el sistema de simbiosis, la planta entra en un período de hambre de Nitrógeno que utiliza todas las reservas de la semilla. Este período por lo general dura sólo una semana, o más si el sistema simbiótico no

se establece rápidamente. Para abreviar este período de hambre de Nitrógeno conviene inocular a las semillas con Rhizobium, de manera que no se retarde indebidamente la aparición de los nódulos por ausencia de esos organismos. Si el retardo se prolonga, se acumula en la planta un tal exceso de hidratos de carbono que la nodulación no puede efectuarse hasta que se añade un poco de Nitrógeno combinado. Cuanta más amplitud adquiera la relación Carbono/Nitrógeno, por cualquiera de las causas antes señaladas, en mayor grado se efectúa la nodulación, y mayor es la diseminación de los nódulos sobre la superficie radical, si bien todos ellos serán eficientes (39).

El Fósforo es un elemento importante por su influencia en la fijación simbiótica del Nitrógeno. El proceso de síntesis proteica es lento en los suelos deficientes en Fósforo; cuando la nodulación se ha efectuado ya, la fijación de Nitrógeno prosigue hasta que el Nitrógeno soluble se acumula tanto que la reacción cesa. El Fósforo es importante también en relación con las primeras fases infectivas de la nodulación. En este caso, el efecto se ejerce directamente sobre la bacteria y no sobre la planta. Para que los Rhizobium puedan emigrar a través del suelo en dirección al sistema radical, es preciso que las células tengan movilidad y estén flageladas; el Fósforo ejerce una acción pronunciada sobre la conservación de esa movilidad. Esta circunstancia se aprovecha con frecuencia en la inoculación artificial de la semilla con cultivos de Rhizobium, añadiendo pequeñas cantidades de fosfato soluble a la suspensión de bacterias. El Fósforo desempeña también sin duda, un papel sumamente importante en el mantenimiento de un alto nivel en la población rizobiana del suelo. Aplican-

do superfosfato al suelo, generalmente aumenta de manera notable el número de organismos de la flora bacteriana y los Rhizobium, reaccionan de una manera análoga (39).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción General del Area. - Localización. El presente ensayo se realizó en la Granja de San Pedro Alejandrino, propiedad de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magdalena, situado en el Municipio de Santa Marta, entre el Altar de la Patria y los predios de la Universidad Tecnológica del Magdalena, en la margen izquierda del río Manzanares.

La zona de experimentación posee una temperatura media, según Cebrales y otros (6), de 28 grados centígrados y una precipitación promedio por año de 674,4 milímetros. La humedad relativa promedio anual oscila entre 74% y 76%. La región está bajo la influencia de los vientos alisios del Hemisferio Norte, que soplan durante todo el año en dirección N.E. -N.- Todas estas características la sitúa dentro de la formación Monte Espinoso Tropical. (Met.).

Según Delgado, citado por Cebrales (4) las coordenadas geográficas de estas zonas son de 74° 12' de longitud Este; 11° 13' de Latitud Norte, la altura sobre el nivel del mar es de 14 metros, localizada entre una vertiente de pendiente media (40% - 50%), material parental está formado por esquistos escasamente meteorizados.

El lote donde se realizó el ensayo pertenece a la serie Mamatoco, presentando un origen aluvial; se caracteriza por tener un perfil mediano con bajo contenido de materia orgánica y reacción neutra, con una textura franco-arcillo-arenosa, color gris parduzco claro, el nivel freático da-

ría de profundo a muy profundo, es un suelo con mediano drenaje interno.

3.2 Materiales

SEMILLAS	Maíz I C A H-154 y Fríjol Arbustivo Guapí
ABONOS	Urea 46%, K_2O y P_2O_5
INSECTICIDAS	Dipterex en polvo soluble
RIEGOS	Por gravedad

3.3. Diseño Experimental y Tamaño de las Parcelas. El diseño usado fue de parcelas divididas con sub-subparcelas. Las parcelas grandes representan las distancias de siembra (0,70 y 1 metro) en cuadro.

Las sub-parcelas representan la relación leguminosa-gramínea (fríjol-maíz) 1:2; 2:2; 2:3; 3:2.

Las sub-subparcelas representan la fertilización (0-45 y 65 Kg. de N/Ha.).

Existían seis parcelas grandes, veinticuatro subparcelas y setenta y dos sub-subparcelas.

3.4. Areas. Las parcelas grandes tenían (32.9 x 7 metros); y (47 metros x 7 metros).

Las sub-parcelas tenían (7.7 x 7 metros); y (11 x 7 metros).



Las sub-subparcelas tenían (2.1 x 7 metros); y (3 x 7 metros).

La separación entre las parcelas grandes fue de 1.10 metros, entre bloques de 1 metro, entre subparcelas de 0.70 y 1 metro y entre sub-subparcelas de 0.70 y 1 metro.

Area efectiva 1.286 metros cuadrados.

La densidad de siembra (número de planta por hectárea) y fertilización se dan en la Tabla 1.

Los tratamientos de Nitrógeno se aplicaron en dos fracciones. La mitad a los 8 días de germinado el maíz y la otra mitad cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 50 cm., en esta época también se le aplicó el Fósforo y el Potasio.

3.5. Labores Realizadas. El ensayo se hizo entre los meses de junio a septiembre de 1978. Durante la realización de este ensayo se hicieron todas las labores culturales del cultivo.

Finalizada la preparación del terreno se procedió a la siembra utilizando el método de chuzo a la distancia de 0.70 y 1 metro dejando 5 granos por sitio, a una profundidad de 5 cm., ésta para el maíz, para el frijol se sembró a 0.10 metros de distancia del maíz y 3 centímetros de profundidad y dejando 5 granos por sitio, éstas se sembraron en dirección de Norte a Sur, con el objeto de que el sol les diera durante todo el día y no se

TABLA 1. DENSIDAD DE SIEMBRA SEGUN LA RELACION DE ASOCIACION.

DISTANCIA cm.	RELACION FRIJOL-MAIZ	FERTILIZANTES Kg/Ha. de N.	PLANTAS DE FRI- JOL POR HA.	PLANTAS DE MAIZ POR HA.
70	1 : 2	0 - 45 - 65	20.164	40.328
	2 : 2	0 - 45 - 65	40.328	40.328
	2 : 3	0 - 45 - 65	40.328	60.492
	3 : 2	0 - 45 - 65	60.492	40.328
100	1 : 2	0 - 45 - 65	10.000	20.000
	2 : 2	0 - 45 - 65	20.000	20.000
	2 : 3	0 - 45 - 65	20.000	30.000
	3 : 2	0 - 45 - 65	30.000	20.000

dieran sombra mutuamente.

3.6. Fertilización. Se realizaron en dos etapas:

6.1. A los 8 días de germinado el maíz: se realizó en forma de faja a una distancia de 5 cm. al lado de las plantas y a una profundidad de 5 cm., cubriéndolo posteriormente con una delgada capa de suelo. En esta primera fertilización se aplicó la mitad del Nitrógeno (Urea 46%) como se había programado.

6.2. A los 30 días de germinado el maíz se aplicó en la misma forma que el anterior, la otra mitad del Nitrógeno, esta vez se aplicó la Urea, el K_2O y el P_2O_5 (40 Kg. de K_2O /Ha. y 40 Kg. de P_2O_5 /Ha.).

Las aplicaciones de insecticidas se hicieron en base a la incidencia de plagas (38 y 60 días) aplicando los métodos de control adecuado.

Los riegos se hicieron oportunamente cuando hubo necesidad de aplicarlos. Como las lluvias eran muy intensas algunas subparcelas se inundaron excesivamente, por lo tanto se procedió a sacar el agua mediante labores de drenaje externo.

En algunas subparcelas se notó cierta diferencia entre las plantas con respecto al desarrollo debido a que en esas eras el terreno era un poco alto y no había la retención de humedad adecuada para el normal desarrollo de las plantas.

El control de malezas (manual) fue bueno, ya que se realizó a su debido tiempo en todo el ciclo del cultivo.

Las malezas que se presentaron con más incidencia durante el cultivo fueron:

Coquito (<u>Cyperus rotundus</u>)	Liendre puerco (<u>Echinochloa colonum</u>)
Bledo (<u>Amaranthus dubius</u>)	Verdolaga (<u>Portulaca oleracea</u>)
Batatilla (<u>Ipomoea</u> sp.)	Heloncillo (<u>Cucumis melo</u>)

3.7. Características del Maíz H-154.

- a. Altura sobre el nivel del mar 0-600 metros
- b. Altura de planta y tamaño de mazorca Mediano
- c. Tipo de grano Mediano
- d. Período Vegetativo (días) 130
- e. Resistencia a enfermedades moderada.
- f. Rendimiento Experimental (Kg/Ha.) 4.500
- g. Rendimiento comercial (Kg/Ha.) 15% humedad... 4.100

3.8. Características del Fríjol Arbustivo Guapí (Phaseolus sp.).

- a. Altura sobre el nivel del mar 0-300 metros
- b. Período vegetativo (días) 65
- c. Resistencia a enfermedades Moderada.
- d. Rendimiento experimental (Ton.) 0.5 - 0.8
- e. Rendimiento comercial (Ton) 0.5

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Rendimiento por Sub-subparcelas de Acuerdo a la Densidad y al Tratamiento.

La Tabla 2 muestra los valores del rendimiento del maíz (peso gramo), expresado en Kilogramo por sub-subparcelas, tambien presenta valores promedio de tres replicaciones y su respuesta a los niveles de fertilizantes aplicados.

El análisis de varianza de rendimiento mostrados en la Tabla 3, señala que no hubo diferencia significativa para los tratamientos. (Distancia, Relación y Fertilización así como tampoco para las respectivas interacciones).

Al cosechar el maíz y el frijol se pesó la producción (maíz-frijol-grano), por sub-subparcelas (maíz) y sub-parcelas (frijol) luego de sacar los datos promedios correspondientes.

Es de anotar que antes de pesar el grano se tomaron muestras para saber cuál era el porcentaje de humedad existente en el grano. Se pesó el maíz cuando su porcentaje de humedad fue del 15% y del frijol del 13%.

Según la distancia de 0.70 la mayor producción de maíz (7.680 Kg) se obtuvo en la relación 2:3 (frijol-maíz) con la fertilización de 65 Kg/N/Ha. y la menor producción (2.300 Kg) se obtuvo en la relación 3:2 con la fertilización de 65 Kg/N/Ha. En las parcelas donde se obtuvo mayor producción de maíz en (0.70 metros) fue en la segunda replicación de 76.640 Kg.

TABLA 2. PRODUCCION DE MAIZ EN KG/SUB-SUBPARCELA.

DISTANCIAS.	RELACION FRIJOL-MAIZ.	FERTILIZACION. KG/HA. N	I	II	III	TOTAL	TOTAL RELACION	TOTAL DISTANCIA DE SIEMBRA
70 cm.	1:2	0	3.000	5.360	3.775	12.135		
		45	3.575	5.950	4.100	13.625	40.380	
		65	4.350	5.820	4.450	14.620		
	2:2	0	5.850	5.050	4.425	15.325		
		45	4.475	6.720	4.000	15.195	44.995	
		65	5.375	5.100	4.000	14.475		
	2:3	0	4.600	7.040	3.150	14.790		
		45	4.600	7.360	3.550	15.510	46.830	
		65	6.175	7.680	2.675	16.530		
	3:2	0	5.000	6.560	2.850	14.410		
		45	3.950	7.200	4.450	15.600	43.760	
		65	4.650	6.800	2.300	13.750		
			55.600	76.640	43.725	175.965		175.965
1.0 m.	1:2	0	4.375	2.275	3.950	10.600		
		45	4.300	3.600	4.200	12.100	34.950	
		65	4.650	2.900	4.700	12.250		
	2:2	0	4.400	5.200	2.350	11.950		
		45	4.600	5.120	1.850	11.570	34.800	
		65	3.475	5.780	2.025	11.280		
	2:3	0	4.075	4.430	6.100	14.605		
		45	4.000	4.575	5.000	13.575	41.650	
		65	4.000	4.520	4.950	13.470		
	3:2	0	3.850	6.350	6.150	16.350		
		45	4.150	6.580	2.125	12.855	45.280	
		65	4.225	7.150	4.700	16.075		
								156.680
TOTAL BLOCK			50.100	58.480	48.100	156.680	332.645	332.645

TABLA 3. ANALISIS DE VARIANZA DE PRODUCCION.

F.V.	G.L.	S.C.	S ²	FC	FL	
					0.05	0.01
SUB-SUBPARCELAS	71	131.3184	1.8495	0.3478		
SUB PARCELAS	23	110.6281	4.8099	0.9046		
PARCELA GRANDE	5	56.5283	11.3056	2.1264		
BLOQUES	2	40.7293	20.3646	3.8303		
DISTANCIAS	1	5.1655	5.1655	0.9715	98.5	18.5
ERROR A.	2	10.6335	5.3167	1.0000		
RELACION	3	7.5283	2.5094	0.9989	5.09	3.16
INTERACCION DIST.x RELA.	3	3.8659	1.2886	0.5129	5.09	3.16
ERROR B.	17	42.7056	2.5120	1.0000		
FERTILIZANTE	2	0.1541	0.077	0.0196	7.56	4.17
INTERACCION DIST.x FERTI.	2	0.9293	0.4646	0.1183	7.56	4.17
INTERACCION RELA.x FERTI.	6	2.085	0.3475	0.0885	3.47	2.42
INTERACCION RELA.x FERTI. x DIST.	6	2.52	0.42	0.1069	3.47	2.42
ERROR C.	32	152.63	3.9259	1.0000		

En cuanto a la siembra de 1 metro de distancia se obtuvo mayor producción de maíz (7 150 Kg) en la relación 3:2 (fríjol-maíz) con la fertilización de 65 Kg N/Ha. y la menor producción de maíz (1.850 Kg) en la relación 2:2 con la fertilización de 45 Kg. N/Ha.

En las parcelas donde se obtuvo mayor producción de maíz en un metro fue en la segunda replicación que fue de 58 480 Kg.

Comparando las dos distancias de siembra se obtuvo mayor producción en las de 0.70 metros (175.965 Kg) y la de 1 m. (156.680 Kg).

La Tabla 4 muestra los valores de rendimiento del fríjol de peso grano expresado en kilogramo por sub-parcelas.

En la Tabla 5 se da un informe sobre producción de maíz en kilogramo por hectárea según las distancias de 0.70 y 1 metro.

En la Tabla 6 tambien se da la producción de fríjol en Kg/Ha.

En las Tablas 5 y 6 se da el informe teniendo en cuenta la distancia de siembra, la relación y la fertilización.

El total de la producción de maíz en el area efectiva fue de 332.645 Kg. y la de fríjol fue de 36.160 Kg.

El análisis estadístico no nos reporta significancia para los tratamientos (Distancia de siembra, relación y fertilización, asi como las interac-

TABLA 4. PRODUCCION DE FRIJOL EN KILOGRAMO POR SUBPARCELAS.

DISTANCIA	RELACION F-M	PRODUCCION EN KGS/SUB-PARCELA			TOTAL Kg.	TOTAL DISTANCIA DE SIEMBRA
		I	II	III		
70 cm.	1 - 2	1.125	1.315	875	3.315	14.295 Kg.
	2 - 2	1.250	1.650	850	3.750	
	2 - 3	1.250	1.250	400	2.900	
	3 - 2	2.750	1.230	350	4.330	
100 cm.	1 - 2	2.250	0.850	1.625	4.725	21.865 Kg.
	2 - 2	4.125	0.985	1.050	6.160	
	2 - 3	2.500	1.120	1.375	4.995	
	3 - 2	3.250	0.860	1.875	5.985	

TABLA 5. PRODUCCION DE MAIZ EN KILOGRAMO POR HECTAREA.

DISTANCIA	RELACION PRIJOL-MAIZ	FERTILIZACION Kg/Ha. N	PRODUCCION Kg/Ha.
70 cm.	1 : 2	0	2.751.700
		45	3.089.569
		65	3.315.192
	2 : 2	0	3.475.056
		45	3.445.578
		65	3.282.312
	2 : 3	0	3.353.741
		45	3.517.006
		65	3.748.299
	3 : 2	0	3.267.573
		45	3.537.414
		65	3.117.913
100 cm.	1 : 2	0	1.682.539
		45	1.920.634
		65	1.117.444
	2 : 2	0	1.896.825
		45	1.836.507
		65	1.790.476
	2 : 3	0	2.318.253
		45	2.159.761
		65	2.138.095
	3 : 2	0	2.595.238
		45	2.040.476
		65	2.551.587



TABLA 6. PRODUCCION DE FRIJOL EN KILOGRAMO POR HECTAREA.

DISTANCIA		70 cm.				100 cm.		
RELACION F- M.	1 - 2	2 - 2	2 - 3	3 - 2	1 - 2	2 - 2	2 - 3	3 - 2
	255.102	283.446	283.446	623.582	357.142	654.761	396.825	515.873
PRODUCCION	298.185	374.149	283.446	278.911	130.158	156.349	177.777	136.507
KG/HA.	198.412	196.743	90.202	79.365	257.936	166.666	218.253	29.616

ciones); debido posiblemente no a la competencia de fríjol sobre el maíz, sino, más bien a el efecto que ejerce la sombra de maíz sobre el fríjol.

(14); pero tambien puede suceder que el Nitrógeno no incremente la producción, debido a la competencia que el Potasio ejerce sobre él. (38).

Este efecto se conoce como enmascaramiento de un elemento con otro o antagonismo de los elementos fertilizantes, sin embargo, las producciones del testigo sobrepasan a la de los tratamientos con fertilizantes, efecto encontrado tambien por Figueroa (14), quien reporta que el mejor método de siembra probado es el usado por los agricultores colocando en el mismo sitio la planta de maíz y fríjol.

Al observar las tablas de producción de acuerdo a los resultados, encontramos que la mejor producción se da, para distancia de 1 m. entre punto de siembra con una relación de 3:2 (fríjol-maíz), esto es posible ya que a esta distancia de siembra las plantas tienen mejor aireación y mayor espacio para su desarrollo por un lado, y por el otro que al incrementar las plantas de fríjol el sistema radicular se incrementa aumentando la nodulación y por consiguiente las bacterias nitrificantes, que incrementan la asimilación del Nitrógeno.

También se puede observar que la menor producción en Kg/Ha se da cuando se tiene la relación 1:2 (fríjol-maíz) en 0.70 y 1 m., esto se produce debido a que el Nitrógeno que fija una planta de fríjol no es suficiente para mantener las 2 plantas de maíz.

Con respecto a la aplicación de Nitrógeno los cultivos se comportan indiferentemente tanto a la aplicación fraccionada como a la aplicación total, pero esto se debe a que los suelos de esta región presentan alto contenido de Potasio el cual inhibe la asimilación del Nitrógeno, y por otra parte que en las zonas tropicales el Nitrógeno se pierde fácilmente por volatilización ó por lavado con el riego. Este efecto se ha notado en trabajos realizados por el Departamento de Suelos de la Universidad del Magdalena en las Granjas de esta Universidad y la de Fomento del Departamento del Magdalena.

Voisin (38), comenta que una acumulación de Potasio en el suelo trae como consecuencia la desaparición rápida o lenta de otros elementos, con todas las consecuencias graves que puedan resultar para el rendimiento de las cosechas, Con este concepto se puede decir que el Nitrógeno aplicado no ejerció ninguna influencia sobre los cultivos pero si el Nitrógeno fijado por la leguminosa especialmente cuando la relación es 2:3 (fríjol-maíz). No se debe descuidar que el Potasio no solo influye sobre los elementos mayores, ya que tambien hace disminuir el Magnesio de los suelos perdiéndose la relación Ca/Mg. tan importante para la vida de las plantas (38).

5. CONCLUSIONES

1. La asociación fríjol-maíz (1:2; 2:2; 2:3; 3:2) no responden a aplicaciones de Nitrógeno en dosis de 0 - 45 - 65 Kg/Ha.
2. La distancia de siembra juega un papel importante cuando se trabaja con cultivos asociados.
3. Al disminuir la distancia de siembra no se incrementa realmente la producción aunque se incrementa la población debido a la competencia por luz y por nutrientes.
4. Cuando se utiliza relación 3:2 (fríjol-maíz) la mejor producción en Kg/Ha se obtiene a 1 m. de distancia de siembra sin aplicación de Nitrógeno.
5. La relación 1:2 (fríjol-maíz) sin Nitrógeno reporta la menor producción en Kg/Ha, según la distancia de 0.70 m.
6. No existió diferencia significativa para tratamientos (Distancia de siembra, Relación, Nitrógeno).
7. De acuerdo al experimento la mejor producción se da cuando se obtiene distancia de siembra de 0.70 metro, relación 2:3 (fríjol-maíz) y 65 Kg de N/Ha.
8. De acuerdo al mejor tratamiento (Distancia 70 cm.-relación fríjol-maíz 2:3 y Nitrógeno/Ha. 65 Kg) se obtiene una ganancia de \$8.800 por maíz, más \$3.936 por fríjol. Ver apéndice 3 y 4.

9. En el menor tratamiento (Distancia de Siembra 100 cm. -Relación frijol-maíz 1:2 y Nitrógeno/Ha. 65 Kg) se obtiene una pérdida de \$6.062, pero en frijol para este mismo tratamiento se obtuvo una ganancia de \$4.464. Ver apéndice 3 y 4.



6. RESUMEN

El presente ensayo se realizó en la Granja San Pedro Alejandrino propiedad de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magdalena. Este tuvo como finalidad estudiar la asociación del cultivo leguminosa-gramínea bajo diferentes dosis de fertilizantes, buscar la combinación más correcta o más aconsejable para obtener mayor producción utilizando el mismo hectareaje y el aporte de Nitrógeno que pueda suministrar la leguminosa al suelo.

Se realizaron dos distancias de siembra (0.70 y 1 metro) y cuatro relaciones de asociación frijol-maíz así: 1:2; 2:2; 2:3 y 3:2. Se utilizaron tres niveles de Nitrógeno utilizando como fuente la Urea 46%. Los tratamientos fueron los siguientes 0-45-65 Kg/N/Ha. con refuerzo de Fósforo y Potasio (P_2O_5 y K_2O) en dosis de 40 Kg/Ha. cada uno.

Se empleó semilla certificadas del híbrido I.C.A. H-154, en la Costa Atlántica esta semilla tiene buen comportamiento, según el programa de maíz y sorgo del I.C.A.

La precipitación pluvial en los primeros días de iniciado el trabajo fue escasa, lo que dio lugar a emplear riegos por gravedad, a diferencia de los meses de julio a septiembre en donde las lluvias favorecieron el normal crecimiento del cultivo.

El control de maleza fue realizado en forma manual por tres veces, y se observó un control bastante aceptable.

A los 25 días de germinado el maíz se presentó un ataque del gusano cogollero, por lo que hubo de realizar aplicaciones del insecticida correspondiente, en total se realizaron tres aplicaciones. También se presentó el carbón de la mazorca, producido por hongo Ustilago maydis. Esta enfermedad no presentó problema debido a que en donde se presentó se arrancó la planta y se quemó.

En el frijol no hubo necesidad de hacer control.

Con respecto a la producción de maíz en el análisis estadístico demostró que no hubo diferencia significativa en los diferentes tratamientos.

Al cosechar el maíz y el frijol se pesó la producción (maíz-frijol) grano, por sub-subparcela (maíz) y sub-parcela (frijol), luego de sacar los datos promedios correspondientes.

Antes de pesar el grano se tomaron muestras para saber cuál era el porcentaje de humedad existente en el grano.

SUMMARY

This essay took place at the "Granja San Pedro Alejandrino" farm owned by the "Secretaria de Fomento del Departamento del Magdalena"

The purpose for this trial was to study the legume-gramineous association under different doses of fertilizers, search for the most profitable association to get a major production using the same extent of land, and the amount nitrogen that the leguminose may supply to soil.

Two planting distances were used (0.7 m and 1.0 m.), and four kidney bean-corn association relations, thus: 2:1, 2:2, 2:3, and 3:2. Three levels of fertilization with nitrogen were used employing 46% urine. The treatments were 0-45-65 Kg/N/Ha. reinforcing them with phosphorus and potassium (P_2O_5 and K_2O) at doses of 40 Kg/Ha each one.

Hybrid I.C.A. H-154 seeds were used. According with the I.C.A. corn and sorghum program this hybrid has a good behavior at the Colombian Caribbean coast.

Rainfall was scarcely at the beginning of this work thus the necessity of using irrigation by gravity, not so from July to September since the rainfall favored the normal growth of plants.

The weed control was done by hand tools three times, and a fair control was observed. Twenty five days after germination of corn an attack of tip feeding worm (Sopodoptera sp.) took place and an insecticide applications

had to be done. There were three applications on it.

The ear coal disease (Ustilago maydis) also took place. There was no problem with this disease because those plants being affected were up rooted and burned

Control was not necessary about the kidney bean. There wasn't significant difference between the different treatments observed.

When corn and bean were harvested, the production of grain was weighted by sub-plot (corn) and sub-block (bean), after taking out the corresponding averages.

We take samples in order to know what the grain moisture percentage is, before weighing it.

7. BIBLIOGRAFIA

1. AKINOLA, A.A. y A.A. Fayeni. "Preliminary trials on the intercropping of maize with different tropical legumes in western Nigeria". Jour. Sci. 77:219-225, 1974.
2. BAZAN, R. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central. IN: (Dornemisz, E. y Alvarado, A. Eds. Manejo de suelos en la América Tropical. Raleigh, North Carolina, State University, 1975). p.p. 234-252.
3. BERGER, J. El maíz en producción abonamiento. México, Agricultura de las Américas, 1961. 205p.
4. CABRALES, L.A., et al. Levantamiento semi-detallado de los suelos de la zona de Gaira, Mamatoco, Bonda; Tesis. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Agronomía, 1968. 84p.
5. CANCHANO, E. Fertilidad de suelo. Conferencia. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Agronomía, 1976. p p 3-45.
6. CASSALET, C., R. Sánchez y C. Ordóñez. Cultivo de maíz y sorgo. Medellín, I.C.A., 1969. p.24 (Boletín de divulgación, 20).
7. COLYER, D. and. E.M. Kroth. "Corufield response and plant population over a seven year period". Agron, J. 60:524-529, 1968.
8. COOKE, W.G. Fertilizantes y sus usos. 2a.ed. México, D.F. Tecnos, 1965. 180p.
9. DALAL, R.C. "Efecto on intercropping moize with piggeon peas on grain-yield and nutrient peptole". Exper. Agric. 10:219-224, 1974.
10. DAVELOUIS, J. et.al. Efectos de diferentes fuentes nitrogenadas en la producción de maíz en dos valles de la Costa Peruana. Lima, Universidad Agraria la Molina, 1971. p.8.
11. F.A.O. El uso de fertilizantes. 2a.ed. Roma, 1952. 228p.
12. FERGUSON, T.H. "Multiple cropping". The Agric. Soc. (E.E.U.U.). 72(5):72, 1965.
13. FERNANDEZ, Viana y Ramiro de la Cruz. Respuesta del frijol mungo (Phaseolus aureus Roxby) al abonado con nitrógeno y boro; Tesis. Santa Marta, Universidad del Magdalena. Facultad de Agronomía, 1977. 45p.

14. FIGUEROA D.F. y J.V. Pérez. Algunos estudios sobre el cultivo asociado de frijol en enredadera y maíz; Tesis. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía, 1956. 52p.
15. FORSYTHE y Pinchinat, A.M. "Tolerancia de la variedad de frijol 27 R' a la inundación". Turrialba, Costa Rica, 21(2):228-231, En.
16. GERICK, I. "Pothosyuthetic activity of corn grown in combinations with other crops". Agric. Res. Novisad. Yugoslavia, 19(67):27
17. GOMEZ, A J. et.al. Estudios preliminares sobre los ensayos de fertilización del maíz en el Valle del Cauca. Separata de la revista I.C.A. Bogotá, 4(5):8, 1969.
18. GOMEZ, M.E. Efectos de combinación de épocas, frecuencia y curaciones de inundación sobre el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.); Tesis Mag. SC. Turrialba, Costa Rica, IICA., 1973.
19. GRUNEBERG, F.H. Nutrición y fertilización del maíz. Verlagsgese, Llschaft. Fur. ackerbaumch, 1939. p.46 (vol.9).
20. GUTIERREZ C., Gregorio et.al. Estudios de fertilización y densidad de siembra del híbrido comercial I.C.A. H-207 de maíz en la Granja Experimental de la Universidad del Magdalena; Tesis de grado. Santa Marta, Universidad del Magdalena, Facultad de Agronomía, 1973. 55p.
21. HERNANDEZ, X.E. "Comentarios a cerca de algunos estudios realizados con el objeto de observar el comportamiento de cultivos asociados". Agricultura Técnica. México, 2(4):24-26, 1953.
22. INSTITUTO Colombiano Agropecuario. Cultivos asociados importante tema de investigación en los distritos de asistencia técnica. ATEA. Bogotá, I.C.A., División de Comunicación Rural, 1977. p.20.
23. LAIRD, D.I. et.al. "Maíz de temporal asociado con trébol Hubon". Agricultura Técnica. México, 4(2):15-18, 1957.
24. LEPIZ, R. "Asociación de cultivos maíz-frijol". Agricultura Técnica. México, 3(3):98-101, 1972.
25. LINTON, S.C. Ensayo experimental sobre el cultivo de asociación de maíz y frijol realizado en el campo experimental El Horno; Tesis. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1948. p.45.
26. MARIN, Giraldo y Rodrigo Lora. "Principios generales sobre la aplicación de fertilizantes". Agricultura Tropical, 26(9):663-667, Sep., 1970.

27. MORALES, L. y Jerry Doll. "Competencia de malezas en la asociación maíz-fríjol". Revista I.C.A. Bogotá, 10(3):283-294, Sept., 1975.
28. MORENO, O. Las Asociaciones de maíz y frijol, en uso alternativo de la tierra; Tesis M.C. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1972. p.71.
29. NUTMAN, P.S. "Genética factors concerned in the symbiosis of clover and nodule bacteria". Nature. Lond; 157:463-465, 1946.
30. PANTOJA, Carlos. "Primera aproximación de fertilización y densidad de población de la asociación maíz frijol en el área de influencia del plan Puebla (México)". Revista I.C.A. Bogotá, 10(3): 295-306, Sept., 1975.
31. PEREGRINA, R. La magnitud de la aportación de nitrógeno por diferentes leguminosas en siembras asociadas con maíz. In: (Memorias del 2º Congreso, Soc. Mexicana de la ciencia del suelo. México, 1965). p.13-135.
32. RAMIREZ, A. y J. Lotero. "Efectos de la dosis y frecuencia de aplicación de nitrógeno en la fertilidad y propiedad química del suelo". Revista I.C.A. 4(4):227-Abr., 1969.
33. RODRIGUEZ, M. "Comportamiento del maíz (*Zea mays* L.). Con siembra de leguminosa". Revista I.C.A. Bogotá, 7(2):104-109, Feb., 1972.
34. ROMAN, Ana Lucía de. Importante tema de investigación en distrito ATEA. I.C.A. Informa. Bogotá, 11(1):11-20., En., 1977.
35. SANZ, de S.C. Pro y contra del crecimiento demográfico. El Tiempo. Bogotá, Junio 5, 1974. p.5A.
36. TOBON, J.H. Comportamiento de algunos agrícolas tradicionales a varias prácticas de producción en el Oriente Antioqueño, Colombia: Tesis, M.C. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1974. p.149.
37. TURRENT, F.A. Tecnología de la producción CIMMYT. Información de resultados de investigación. México, CIMMYT, 1972. p.114.
38. VOISIN, A. Leyes científicas en la aplicación de los abonos. Madrid, Tecnos, 1970. p.148.
39. WHITE, R.O. et.al. Las leguminosas en la agricultura. 2a.ed. Yugo-eslavica, FAO, 1968. p.404.
40. ZUNETA, R. et.al. Absorción de iones por la planta. Maracaibo, Universidad del Zulia, 1965. p.188.

41. ZUNETA, R. et.al. "Producción de maíz". Agricultura de las Américas. Kansas city, 19(5):22-24,32. May., 1970.
42. ----- y C.U. y B. Baird. "Fertilización en maíz en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias D.I.A. Separata de la Revista Agricultura Tropical. Bogotá, 19(3):149, Mar., 1973.

APENDICE 1. ANALISIS FISICO - QUIMICO DEL SUELO DONDE SE REALIZO EL
ENSAYO.

TEXTURA.....F. Ar.A. (Franco-Arcillo-Arenoso)
COLOR: 10 YR 4/4
ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES
pH : 7.32 (1:2)
K : 0.42 mc/100 g.
P : 33 ppm.
N : 0.079 %
M.O.: 1.54 %

APENDICE 2. CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL PERIODO DEL CULTIVO.

MESES	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA	PRECIPITACION
	MAX.	MIN.	%	mm.
JUNIO	33.45	23.58	72	25.4
JULIO	32.95	23.49	75	141.0
AGOSTO	33.22	22.74	76	35.9
SEPTIEMBRE	31.98	22.02	74	108.0

Las lluvias mas fuertes durante el cultivo fueron:

Julio 1 78 mm.

Julio 26 53 mm.

TRATAMIENTOS

LABORES CULTURALES	70-1:2-0	70-1:2-45	70-1:2-65	70-2:2-0	70-2:2-45	70-2:2-65	70-2:3-0	70-2:3-45	70-2:3-65	70-3:2-0	70-3:2-45	70-3:2-65	100-1:2-0	100-1:2-45	100-1:2-65	100-2:2-0	100-2:2-45	100-2:2-65	100-2:3-0	100-2:3-45	100-2:3-65	100-3:2-0	100-3:2-45	100-3:2-65
PREPARACION DE TIERRA	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	
SEMILLA (MAIZ)	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	
SUMEDRA	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
RESUMEDRA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
UREA 46%	0.00	495	742	0.00	495	742	0.00	495	742	0.00	495	742	0.00	495	742	0.00	495	742	0.00	495	742	0.00	495	742
K ₂ O Y P ₂ O ₅	0.00	1000	1000	0.00	1000	1000	0.00	1000	1000	0.00	1000	1000	0.00	1000	1000	0.00	1000	1000	0.00	1000	1000	0.00	1000	1000
FERTILIZADA	0.00	400	400	0.00	400	400	0.00	400	400	0.00	400	400	0.00	400	400	0.00	400	400	0.00	400	400	0.00	400	400
PALEADA	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
ANQUE	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
RIEGOS	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
CONTROL DE PLAGA	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	
CONTROL DE ENFERMEDADES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CONTROL DE MALEZA	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
RESELECCION	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	
SACOS DE 60 KILOS	690	780	825	870	870	825	840	805	945	825	835	780	420	480	285	460	465	450	585	540	540	660	510	545
TRANSPORTE AL MERCADO	1650	1800	1980	2085	2067	1900	2010	2100	2250	1950	2100	1872	2211	1140	670	1140	1059	1074	1330	1290	1260	1557	1440	1530
CLEROS	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
ASISTENCIA TECNICA	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
ARRENDAMIENTO	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
COSTO TOTAL	12565	14700	15172	13100	15057	15160	13075	15105	15562	13000	15105	15019	12856	13740	13322	11845	13663	13891	12190	13950	14137	12442	14070	14062
TOTAL VENTA	17681	20078	21547	22587	22322	21337	21794	22660	24362	21235	22690	20260	10933	12480	7260	12324	11934	11677	15067	14033	13897	16067	13260	16581
GANANCIA	5316	5378	6375	9407	7335	6177	8719	7755	8800	8235	7085	5241	1923	-1260	-6062	479	-2256	2877	83	-290	4425	-310	2219	

APENDICE 4 CUADRO DE RENDIMIENTO EN PESOS/Ha. PARA EL FRIJOL.

TRATAMIENTO	PRODUCCION EN PESOS/Ha.			PROMEDIO DE VENTAS
	I	II	III	EN PESOS
1: 2 (70 cm)	4590	5364	3564	4506
2 : 2 (70 cm)	5094	6732	3528	5118
2 : 3 (70 cm)	5094	5094	1620	3936
3 : 2 (70 cm)	11214	5004	1422	5830
1 : 2 (100cm)	6426	2340	4626	4464
2 : 2 (100cm)	11772	2808	2988	5856
2 : 3 (100cm)	7128	3186	3924	4746
3 : 2 (100cm)	9270	2448	522	4080